

COPY OF PCT INTERNATIONAL

904238

APPLICATION PCT/JP2004/010116 AS FILED

Atty Docket
4917

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

15 JULY 2004

0	受理官庁記入欄 国際出願番号	
0-1		
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書 は、 0-4-1 右記によって作成された。	
0-4-1		JPO-PAS 0320
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約 に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の審査記号	904238
I	発明の名称	半導体ウエハをスライスするための単結晶塊の製造方法
II	出願人 この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-1		
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	住友電気工業株式会社
II-4en	Name:	SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.
II-5ja	あて名	5410041 日本国
II-5en	Address:	大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 5410041 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP
II-11	出願人登録番号	000002130

USPS EXPRESS MAIL
EV 636 851 726 US
OCT 03 2005

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

III-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	松井 康之
III-1-4ja	氏名(姓名)	MATSUI, Yasuyuki
III-1-4en	Name (LAST, First):	
III-1-5ja	あて名	6648611
III-1-5en	Address:	日本国 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住電半導体材料 株式会社内 c/o Sumiden Semiconductor Materials Co., Ltd., 1-1, Koyakita 1-chome, Itami-shi, Hyogo 6648611 Japan
III-1-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-1-7	住所(国名)	日本国 JP
III-2	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	大槻 誠
III-2-4ja	氏名(姓名)	OTSUKI, Makoto
III-2-4en	Name (LAST, First):	
III-2-5ja	あて名	6648611
III-2-5en	Address:	日本国 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株 式会社 伊丹製作所内 c/o Itami Works of SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., 1-1, Koyakita 1-chome, Itami-shi, Hyogo 6648611 Japan
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく 出願人のために行動する。 氏名(姓名)	
IV-1-1ja	代理人 (agent) 深見 久郎 FUKAMI, Hisao	
IV-1-1en	Name (LAST, First):	5300054
IV-1-2ja	あて名	日本国
IV-1-2en	Address:	大阪府大阪市北区南森町2丁目1番29号 三井住友 銀行南森町ビル 深見特許事務所 Fukami Patent Office, Mitsui Sumitomo Bank Minamimorimachi Bldg., 1-29, Minamimorimachi 2-chome, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 5300054 Japan
IV-1-3	電話番号	06-6361-2021
IV-1-4	ファクシミリ番号	06-6361-1731
IV-1-5	電子メール	info@fukamipat.gr.jp
IV-1-6	代理人登録番号	100064746
IV-2	他の代理人	
IV-2-1ja	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with the same address as first named agent) 氏名 森田 俊雄(100085132); 仲村 義平(100083703); 堀 井 豊(100096781); 野田 久登(100098316); 酒井 将行(100109162)	
IV-2-1en	Name(s) MORITA, Toshio(100085132); NAKAMURA, Gihei(100083703); HORII, Yutaka(100096781); NODA, Hisato(100098316); SAKAI, Masayuki(100109162)	
V	国指定	
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則 4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束さ れる全てのPCT締約国を指定し、取得しうる あらゆる種類の保護を求める、及び該当する 場合には広域と国内特許の両方を求める 国際出願となる。	
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-1-1	出願日	2003年 08月 11日 (11.08.2003)
VI-1-2	出願番号	2003-291663
VI-1-3	国名	日本国 JP
VI-2	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のもの については、出願書類の認証原本を作成し 国際事務局へ送付することを、受理官庁 に対して請求している。	
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	—	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日に おける出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日 における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国と する場合)	—	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例 外に関する申立て	—	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	4	✓
IX-2	明細書	7	✓
IX-3	請求の範囲	1	✓
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	3	✓
IX-7	合計	16	
IX-8	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	—	✓
IX-17	PCT-SAFE 電子出願	—	—
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	1	
IX-20	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印	/100064746/	
X-1-1	氏名(姓名)	深見 久郎	
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限		

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受 理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する 書類又は図面であってその後期間内に提 出されたものの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補 完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関 に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

COPY OF PCT INTERNATIONAL APPLICATION

PCT/JP2004/010116 AS FILED 15 JULY 2004

明細書

半導体ウエハをスライスするための単結晶塊の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は半導体単結晶塊の製造方法に関し、特に、比較的小口径ウエハをスライスするための半導体単結晶塊を低コストで効率よく生産し得る方法に関する。

背景技術

[0002] 今日、種々の半導体デバイスが半導体単結晶ウエハから製造されている。そして、それらの半導体デバイスの生産効率を高めるために、一般には、できるだけ大口径の半導体単結晶ウエハを利用してそれらの半導体デバイスを製造することが望まれている。このような要望から、シリコンでは12インチ(約30cm)径のように大口径の円柱状単結晶インゴットが育成され、そのようなインゴットからスライサーやマルチワイヤソーなどによって、12インチ径のシリコン単結晶ウエハがスライスされて製造されている。

[0003] 他方、III-V族化合物やII-VI族化合物のような化合物半導体においては、大口径の単結晶インゴットを育成することが、シリコンの場合に比べてはるかに困難である。したがって、従来では主として2インチ径の化合物半導体単結晶インゴットが育成され、そのインゴットから切り出された2インチ径の化合物半導体単結晶ウエハが半導体デバイスの製造に使用されていた。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年では、化合物半導体単結晶インゴットの育成技術も進歩しており、化合物半導体の種類によっては、比較的大きな5インチ(約12.7cm)径や6インチ(約15.8cm)径の化合物半導体単結晶インゴットの育成も可能になっている。

[0005] しかし、前述のように、工業的に利用可能な化合物半導体単結晶ウエハは、従来では主として2インチ径のものであった。したがって、化合物半導体単結晶ウエハを利用して半導体デバイスを作製する生産ラインは、従来では2インチ径のウエハを対象として構成されている。そして、そのように2インチ径の化合物半導体単結晶ウエハを

対象とした生産ラインは、現在も多数存在しつつ稼動している。すなわち、比較的大きな5インチ径や6インチ径の化合物半導体単結晶インゴットの育成が可能になっても、既存の生産ラインの観点から、依然として2インチ径の化合物半導体単結晶ウエハに対する需要が存在する。

- [0006] このような状況から、現在では5インチ径や6インチ径の化合物半導体単結晶インゴットの育成技術を有する半導体ウエハ提供業者であっても、2インチ径のウエハに対する需要に応じるために、わざわざ2インチ径の単結晶インゴットを育成している。そして、結晶方位の目印となるOF(オリエンテーションフラット)および望まれる場合にはIF(インデックスフラット)を形成する加工をも含めてインゴットの外周研磨を行っている。なお、OFやIFの代わりに、ノッチが形成されることもある。さらに、そのように加工された半導体単結晶塊からのスライス工程および研磨工程を経て、目的とする2インチ径のウエハを得ている。
- [0007] もちろん、大きな5インチ径や6インチ径のウエハで利用し得るウエハ面積と同等のウエハ面積を小さな2インチ径のウエハでまかなおうとすれば、大径ウエハの何倍もの枚数の小径ウエハが必要になる。そのような多数枚の小径ウエハを提供しようとすれば、多数の小径インゴットを育成しなければならない。
- [0008] これは、多数の単結晶育成炉を必要とすることを意味し、ウエハ生産のコストおよび効率の観点から望ましくないことである。このような場合に、大口径の単結晶インゴットを育成し得る大型炉内で複数本の小口径単結晶インゴットを育成することが考えられる。しかし、そのような大型炉内で複数本の小径単結晶インゴットの育成条件を均一に調整することは困難であり、結晶品質が均一で良好な複数の小径単結晶インゴットを同時に得ることは困難である。
- [0009] このような従来技術の状況に鑑み、本発明は、需要者が望む比較的小径の半導体ウエハをスライスするための半導体単結晶塊を低成本で効率よく製造し得る方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明による半導体単結晶塊の製造方法においては、需要者が希望する相対的に小口径の半導体単結晶ウエハをスライスするための相対的に小口径の半導体単

結晶塊を相対的に大口径の半導体単結晶塊から切り出すことを特徴としている。なお、このような半導体単結晶塊の製造方法は、その半導体がIII-V族化合物半導体である場合に特に好ましいものである。

- [0011] そのような切り出し加工される大口径半導体単結晶塊は10mm以上の厚さを有し得る。また、小口径半導体単結晶塊の切り出しは、放電加工法、ワイヤソー法、ダイヤ電着円筒コアなどによる研削法、およびバンドソー法のいずれかによって行われ得る。特に、曲線や直線状の自由自在の切断が可能な放電加工法およびワイヤソー法は、XY駆動ステージ制御装置の設定をすることで容易にOFとIFを加工し得るので好ましい。
- [0012] 切り出しでは、5インチ径以上の大口径半導体単結晶塊から、2インチ径以上の小口径半導体単結晶塊を4つ以上得ることができる。なお、結晶塊の効率的利用の観点から、1つの大口径半導体単結晶塊から切り出される複数の小口径半導体単結晶塊の各口径断面積の合計は大口径半導体単結晶塊の口径断面積の50%以上であることが好ましい。また、大口径半導体単結晶塊の任意の口径断面積内に含まれる不良部(双晶、多結晶、結晶すべり、欠け、ひび割れなど)がその口径断面積の65%以下である場合には、その残部から小口径半導体単結晶塊を切り出すことが可能である。
- [0013] 小口径半導体単結晶塊は、結晶方位の目印となるオリエンテーションフラット、インデックスフラット、およびノッチの少なくともいずれかを有するように切り出され得る。

発明の効果

- [0014] 本発明によれば、需要者が望む比較的小径の半導体単結晶塊を比較的大径の半導体単結晶塊から低コストで効率よく製造し得る方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明の一実施形態において、5インチ径の半導体単結晶塊から4つの2インチ径半導体単結晶塊を切り出す様式を図解する模式的な端面図である。
- [図2]本発明の他の実施形態において、6インチ径の半導体単結晶塊から5つの2インチ径半導体単結晶塊を切り出す様式を図解する模式的な端面図である。
- [図3]本発明の他の実施形態において、6インチ径の半導体単結晶ウエハからOFとI

Fを有する2インチ径半導体単結晶塊を7つ切り出す様式を図解する模式的な端面図である。

[図4]本発明の他の実施形態において、6インチ径の半導体単結晶ウエハから2インチ径半導体単結晶塊を7つ切り出す他の様式を図解する模式的な端面図である。

符号の説明

[0016] 1a 5インチ径の半導体単結晶塊、1b、1c、1d 6インチ径の半導体単結晶塊、2a、2b、2c、2インチ径の半導体単結晶塊、3 扇状端面を有する半導体単結晶塊、4 2インチ径の半導体単結晶塊。

発明を実施するための最良の形態

[0017] (実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1において、比較的大径の半導体単結晶塊から小径の半導体単結晶塊を製造する方法を模式的な端面図で図解している。現在では、例えばGaAs化合物半導体において、比較的大きな5インチ径や6インチ径の単結晶インゴットの育成が可能である。また、InP化合物半導体においても、比較的大径の単結晶インゴットの育成が可能になりつつある。

[0018] この実施形態1においては、まず5インチ径の(実際には研削しろを含むために5インチより少し大きい)化合物半導体単結晶インゴットが育成され、外周研削やOFの形成が行われる。そして、図1に示されているように、その外周研削された5インチ径半導体単結晶塊1aから、例えばワイヤ放電加工によって4つの2インチ径の半導体単結晶塊2aが切り出され得る。

[0019] ワイヤ放電加工では、大径の半導体単結晶塊をXY駆動ステージ上に設置し、ワイヤを単結晶塊の軸方向に平行に移動させながら放電させかつそのXYステージを駆動することによって、小径半導体単結晶塊の円柱面に沿った切断を行うことができる。切断加工される大径半導体単結晶塊の軸方向の長さには特に限定はなく、10mm以上の長さ(または厚さ)を有していても切断加工し得る。なお、ワイヤ放電加工における切りしろは約数百 μ m以下であり、切りしろによる単結晶の無駄を小さくすることができる。

[0020] このようにして、本実施形態によれば、1本の5インチ径インゴットの結晶成長工程と

単結晶塊切り出し工程をそれぞれ1回経るだけで、1本の2インチ径インゴットを育成する場合に比べて、4倍の個数の2インチ径半導体単結晶塊を得ることができる。

[0021] なお、切り出された2インチ径半導体単結晶塊は、周縁研磨およびOFやIFまたはノッチの形成後に、2インチ径ウエハがスライスするために用いられる。

[0022] (実施形態2)

図2は、本発明の実施形態2において、6インチ径の半導体単結晶塊から2インチ径の半導体単結晶塊を製造する方法を模式的な端面図で図解している。その製造工程は、上述の実施形態1の場合と同様に行い得る。

[0023] すなわち、この実施形態2においては、まず6インチ径の(実際には研削しろを含むために6インチより少し大きい)化合物半導体単結晶インゴットが育成され、外周研削やOFの形成が行われる。そして、図2に示されているように、その外周研削された6インチ径半導体単結晶塊1bから、5つの2インチ径の半導体単結晶塊2bが、実施形態1の場合と同様なワイヤ放電加工によって切り出され得る。

[0024] すなわち、1本の6インチ径インゴットの結晶成長工程と結晶塊切り出し工程をそれぞれ1回経るだけで、1本の2インチ径インゴットを育成する場合に比べて、5倍の個数の2インチ径半導体単結晶塊を得ることができる。

[0025] (実施形態3)

図3は、本発明の実施形態2に類似する実施形態3に関し、6インチ径の半導体単結晶塊から2インチ径の半導体単結晶塊を製造する方法を模式的な端面図で図解している。その製造工程は、上述の実施形態1および2の場合に類似して行い得る。

[0026] すなわち、この実施形態3においても、まず6インチ径の(実際には研削しろを含むために6インチより少し大きい)化合物半導体単結晶インゴットが育成され、外周研削やOFの形成が行われる。そして、図3に示されているように、その外周研削された6インチ径半導体単結晶塊1cから、7つの2インチ径半導体単結晶塊2cが、実施形態1および2の場合に類似するワイヤ放電加工によって切り出され得る。

[0027] すなわち、実施形態2の場合と同様に実施形態3においても、1本の6インチ径インゴットの結晶成長工程とスライス工程をそれぞれ1回経るだけで、1本の2インチ径インゴットを育成する場合に比べて、7倍の個数の2インチ径半導体単結晶塊を得るこ

とができる。

[0028] 他方、図3の実施形態3においては、2インチ径半導体単結晶塊2cの各々は、OFおよびIFを備えて切り出される。このような小径半導体単結晶塊2cのOFやIFは、例えば大径半導体単結晶塊1cのOFを基準として、ワイヤ放電加工による小径半導体単結晶塊2cの切り出し時に同時に形成され得る。

[0029] (実施形態4)

図4は、本発明の実施形態3に類似する実施形態4に関し、6インチ径の半導体単結晶塊から7つの2インチ径半導体単結晶塊を製造する方法を模式的な端面図で図解している。本実施形態4においては、まず大径半導体単結晶塊1dの端面の中央部の小径半導体単結晶塊2dが実施形態3の場合と同様にワイヤ放電加工によって切り出される。

[0030] その後、小径半導体単結晶塊2dが切り出された残りの肉厚円筒状単結晶塊から、端面が扇状の単結晶塊3がバンドソーによって6つ切り出される。なお、バンドソーでは、ワイヤ放電加工に比べて、切断速度をはるかに速くすることができる。

[0031] そして、バンドソーによって切り出されて端面が扇状の結晶塊3は、周縁研削などによって、2インチ径の円柱状の小径半導体単結晶塊3に加工される。こうして、合計で7つの小径半導体単結晶塊が1つの大径半導体単結晶塊から効率よく得ることができる。

[0032] 以上において本発明のいくつかの実施形態が説明されたが、一般に、小径の単結晶インゴットに比べて、大径の単結晶インゴットの育成は難しい。これは、大径の単結晶インゴットを育成する場合に、双晶、多結晶、結晶すべりなどの種々の欠陥が、小径の単結晶インゴットの育成の場合に比べて導入されやすいからである。従来では、そのような欠陥を含む部分から切り出された大径ウェハは、製品として出荷できずに無駄になっていた。しかし、上述のような本発明による小径の半導体単結晶塊の製造方法を利用すれば、欠陥を含む大径の半導体単結晶塊から、その欠陥部を避けて小径半導体単結晶塊を切り出すことも可能であり、そうして得られた小径半導体単結晶塊を製品として出荷することができるという大きな利益が得られる。

[0033] なお、上述の実施形態においては、大径半導体単結晶塊から小径半導体単結晶

塊を切り出す手段としてワイヤ放電加工法とバンドソー法が例示されたが、切り出す小径半導体単結晶塊の形状に対応した外周形状を有する薄肉筒状の放電電極を用いて放電加工することも可能である。また、これらの切断法以外にも、ワイヤソー法やダイヤ電着円筒コアによる研削法などを切断法として利用することもできる。さらに、上述の種々の切断法を適宜に組み合わせて利用してもよいことは言うまでもない。

[0034] また、現在では切り出される化合物半導体の大径半導体単結晶塊は6インチ径が最大であるが、本発明は、将来作製されるであろう8インチ径や12インチ径などのさらなる大径半導体単結晶塊にも適用可能であることは言うまでもない。同様に、上述の実施形態では切り出された小径半導体単結晶塊は2インチ径であったが、本発明は、将来の大径半導体単結晶塊から3インチ径以上の小径半導体単結晶塊を切り出す場合にも適用し得ることも言うまでもない(例えば、9インチ径半導体単結晶塊から7つの3インチ径半導体単結晶塊を切り出すことができる)。さらに、本発明において、大径半導体単結晶塊から切り出される小径半導体単結晶塊は互いに同径である必要はなく、例えば1つの大径半導体単結晶塊から2インチ径と3インチ径の小径半導体単結晶塊を混在させて切り出すことも可能である。

[0035] なお、大径半導体単結晶塊から切り出された小径半導体単結晶塊の電気的特性は、大径半導体単結晶塊の中心部から切り出された小径半導体単結晶塊以外では、同心円状の対称性を有していない。

産業上の利用可能性

[0036] 以上のように、本発明によれば、需要者が望む比較的小径の半導体単結晶塊を比較的大径の半導体単結晶塊から低コストで効率よく提供することができる。

請求の範囲

- [1] 需要者が希望する相対的に小口径の半導体単結晶ウエハをスライスするための相対的に小口径の半導体単結晶塊(2a)を相対的に大口径の半導体単結晶塊(1a)から切り出すことを特徴とする半導体単結晶塊の製造方法。
- [2] 前記半導体はIII-V族化合物半導体であることを特徴とする請求項1に記載の半導体単結晶塊の製造方法。
- [3] 前記大口径半導体単結晶塊は10mm以上の厚さを有することを特徴とする請求項1に記載の半導体単結晶塊の製造方法。
- [4] 前記小口径半導体単結晶塊の切り出しは、放電加工法、ワイヤソー法、円筒コアによる研削法、およびバンドソー法のいずれかによって行われることを特徴とする請求項1に記載の半導体単結晶塊の製造方法。
- [5] 5インチ径以上の前記大口径半導体単結晶塊から2インチ以上の前記小口径半導体単結晶塊を4つ以上切り出すことを特徴とする請求項1に記載の半導体単結晶塊の製造方法。
- [6] 1つの前記大口径半導体単結晶塊から切り出される複数の前記小口径半導体単結晶塊の各口径断面積の合計は前記大口径半導体単結晶塊の口径断面積の50%以上であることを特徴とする請求項1に記載の半導体単結晶塊の製造方法。
- [7] 前記大口径半導体単結晶塊の任意の口径断面積内に含まれる不良部はその口径断面積の65%以下であることを特徴とする請求項1に記載の半導体単結晶塊の製造方法。
- [8] 前記小口径半導体単結晶塊には、結晶方位の目印となるオリエンテーションフラット、インデックスフラット、およびノッチの少なくともいずれかが形成されることを特徴とする請求項1に記載の半導体単結晶塊の製造方法。

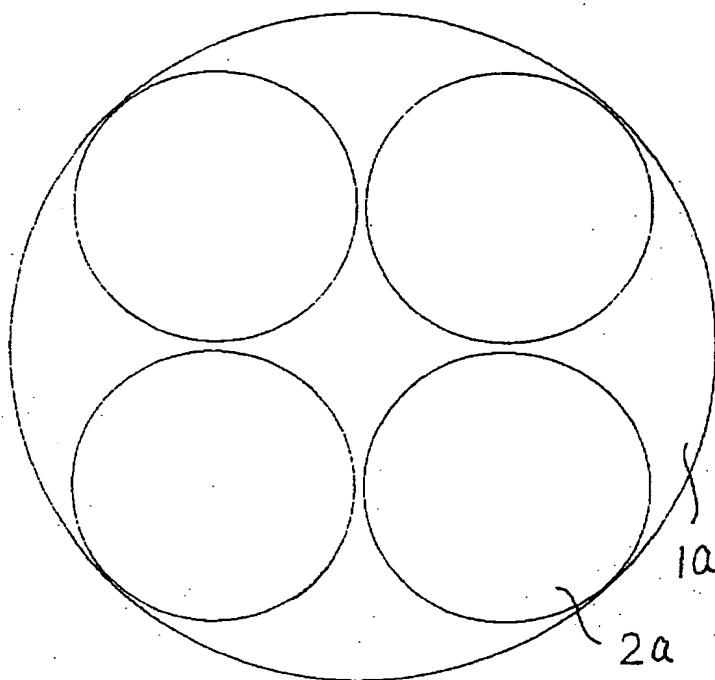
要 約 書

半導体単結晶塊の製造方法は、相対的に大口径の半導体単結晶塊(1a)から、需要者が希望する相対的に小口径の半導体単結晶塊(2a)を複数切り出すことを特徴としている。これによつて、大口径の半導体単結晶塊の一部に欠陥が含まれていても、その欠陥を除く部分から切り出された小口径の半導体単結晶塊を利用し得るという副次的効果をも得ることができる。

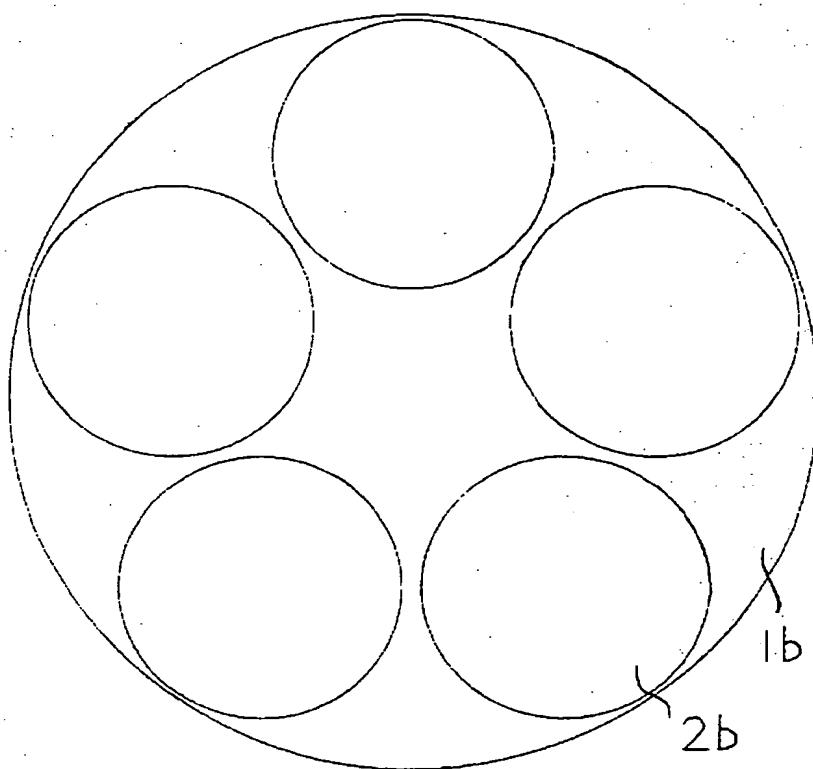
10/552275

1/3

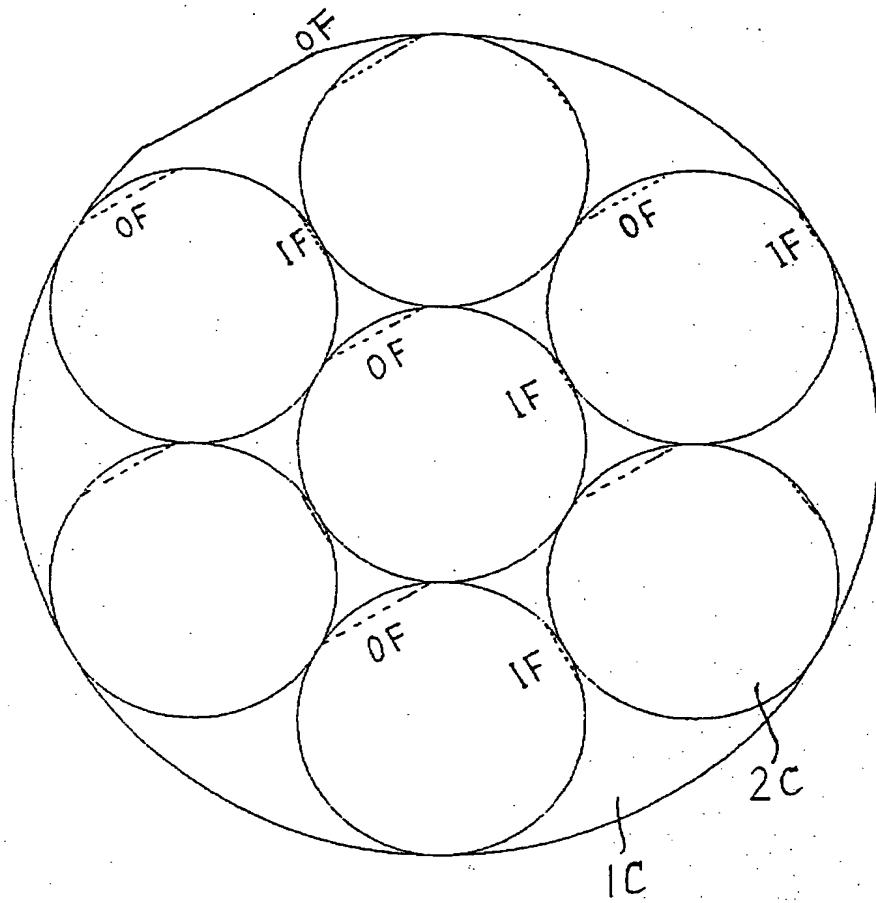
[図1]



[図2]



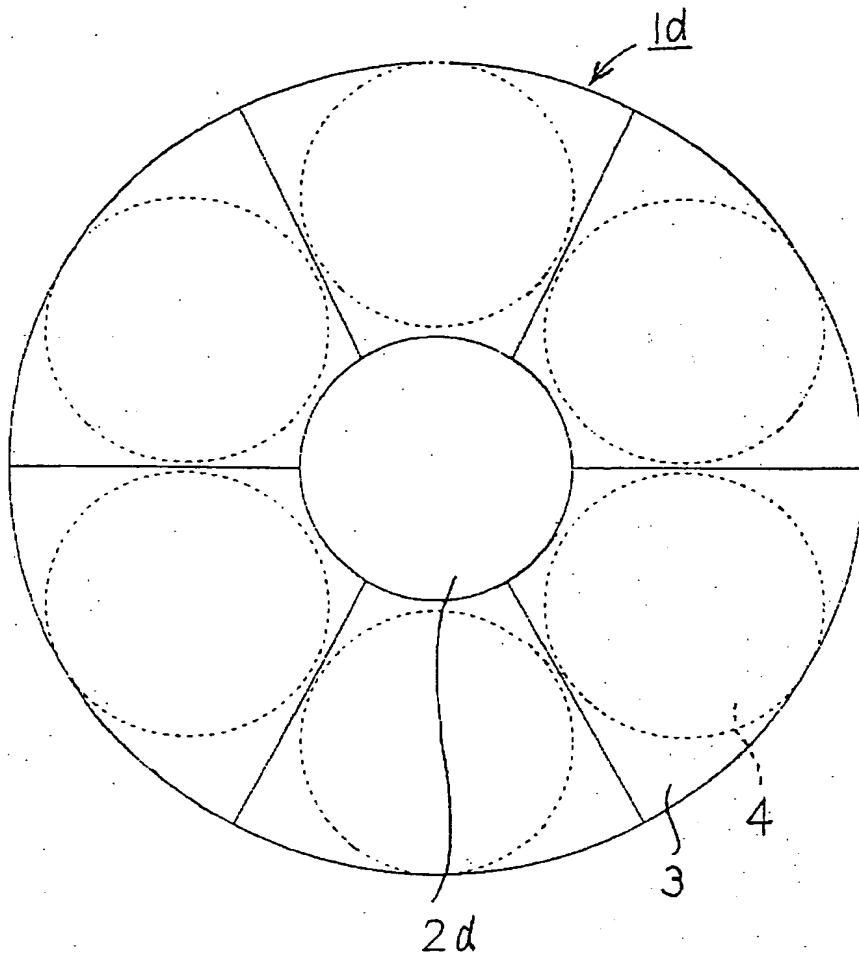
[図3]



10/552275

3/3

[図4]



USPS EXPRESS MAIL
EV 636 851 726 US
OCT 03 2005